

# 飞马 D2000 无人机在森林变色立木监测中的应用

## ——松材线虫病

### 早期预防性监测

王庆海 18809833652 樊轩呈 刘杨 包楠楠  
《辽宁千星北斗测绘科技有限公司》

#### 摘要:

松材线虫病，又称松树萎蔫病，是由松材线虫引起的具有毁灭性的森林病害，属我国重大外来入侵种，已被我国列入对内、对外的森林植物检疫对象，对我国的松林资源、自然景观和生态环境造成严重破坏，造成了严重的经济和生态损失。目前多采用人工实地踏勘、卫星遥感等手段监测林地受虫害影响的范围。卫星影像覆盖面积大，空间分辨率较低，并且卫星重返周期长，不能有效的监测局部区域、单株受害林地的监测。我团队提出应用机动灵活的无人机作为飞行平台，搭载多光谱传感器，可获取高空间分辨率多光谱影像，用于林地变色立木的监测，及早的监测出异样林区，填补卫星遥感在这方面的不足。

#### 关键词:

松材线虫病；无人机遥感；高空间分辨率

## 1 项目背景

松材线虫是世界上最具危险性和毁灭性林业有害生物，主要危害黑松、马尾松、黄松、海岸松和黄山松等松属植物，还能危害华山松、油松、赤松、红松和樟子松等，松树感染松材线虫病后 40 天即可死亡，成片松林感病后 2~3 年即可毁灭。

林地人工普查耗时长、效率低，并且只能大致标记变色立木的概率位置信息，不能有效的统计其面积，耗时耗力。虽然卫星遥感调查具有视点高、视域广、数据采集快和重复、连续观察的特点，获取的资料为数字化，可直接进入用户的计算机图像处理系统，卫星遥感调查具有传统的调查方法无法比拟的优势。但是卫星遥感监测范围广，适合大面积宏观观测，在局部小区监测无法发挥其优势，至此不能在早期预防性监测中发挥其特点。

为有效的早期监测松树枯死、濒死及侧枝枯死，能够及时发现、及时除治。同时为有效的减少实地普查、管理巡查的工作量以及防止疫情传入对林地进行动态监测，获得变色立木的具体位置及面积，我团队应用飞马 D2000 无人机飞行平台结合 D-MSPC2000 多光谱传感器

获取高空间分辨率遥感影像，用专业的多光谱数据处理软件得到变色立木的位置及面积，为松材线虫病的早期监测提供一种解决方案。

## 2 技术路线

根据已有基础资料，具体技术路线实施如下：（1）文献研究、案例研究；（2）实地踏勘，了解项目区实际情况；（3）优选飞行平台及传感器；（4）像控点测量；（5）航线规划及数据获取；（6）影像镶嵌、拼接生产正射影像；（7）影像分类确定变色立木位置，统计图斑面积；（8）精度检查；（9）两期影像对比分析，检查预防、防治效果。

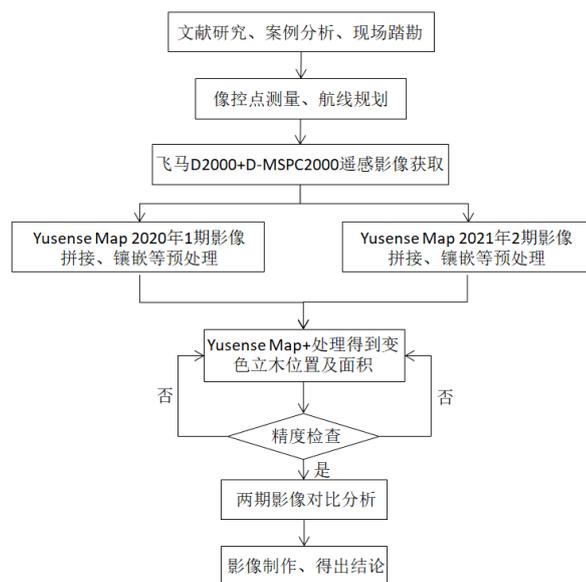


图 1 技术路线图

## 3 实际作业流程

### 3.1 现场踏勘、已有资料收集

松材线虫侵入树木后，外部症状的显著特点是：先是针叶失水，褪绿，继而变褐，而后整株枯死，针叶全呈红黄色。其发展过程可分为四个阶段：（1）外观正常，树脂分泌减少或停止，蒸腾作用下降；（2）针叶开始变色，树脂分泌停止，通常能够观察到天牛或其它甲虫侵害和产卵的痕迹；（3）大部分针叶变为黄褐色，萎蔫，通常可见到甲虫的蛀屑；（4）针叶全部变为黄褐色，病树干枯死亡，但针叶不脱落。

探勘现场，了解研究区相应概况，制定研究技术路线，分析研究策略。

### 3.2 外业数据获取

本项目外业航飞采用飞马 D2000 搭载多光谱模块 D-MSPC2000 传感器和垂起固定翼搭载

MS600 多光谱相机分别进行数据获取。飞马 D2000 系统标准起飞重量 2.8kg,标准载荷 200g,续航时间 74min,可变高飞行,机臂可快速折叠,整机可收纳在专用包装箱中,采用创新的电池保护方案,可轻松查看电池电量等参数,了解电池工作状态。该飞行平台飞行稳定,影像质量极佳。本项目在 2020 年 8 月、2021 年 9 月分别获取约 1300 亩优于 20cm 分辨率遥感影像数据。



图 2 D-MSPC2000 多光谱传感器

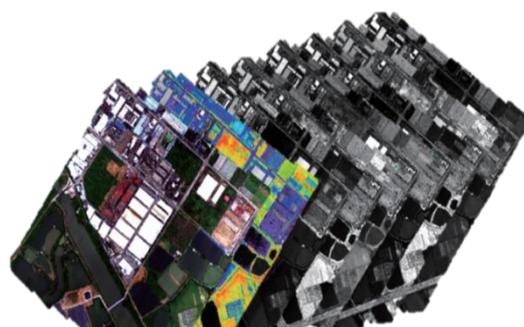


图 3 影像获取示意图

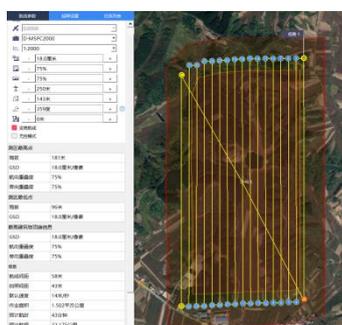


图 4 航线规划



图 5 单波段影像

虽然遥感影像分析对位置精度要求不高,即使飞马 D2000 搭载了 RTK 模块,为了保证两期影像能够精确匹配,本项目还是做了 5 个像控点,采集方式使用控制点测回 3 次;每次平滑 60 点;采集间隔 1s;延时等待 60s 的参数设置。相控点标志布设成 L 形,长度不小于 40cm,宽度不小于 20cm,采用采集外角的方式进行像控点采集。



图 6 像控点

### 3.3 内业数据处理

#### 3.3.1 应用 Ysense Map 软件进行影像拼接

(1) 选择带有 GPS 信息的 5-10 组具有代表性图像（选择正常飞行中的影像，避开大面积水体或高差大的区域）获取影像参数进行内定向。(2) 数据高程参数进行波段配准。(3) 选择配准后的影像，完成内定向之后进行空中三角测量、概略 DSM、单片正射影像、镶嵌正射影像等完成影像拼接。(4) 通过影像灰板标定影像反射率。

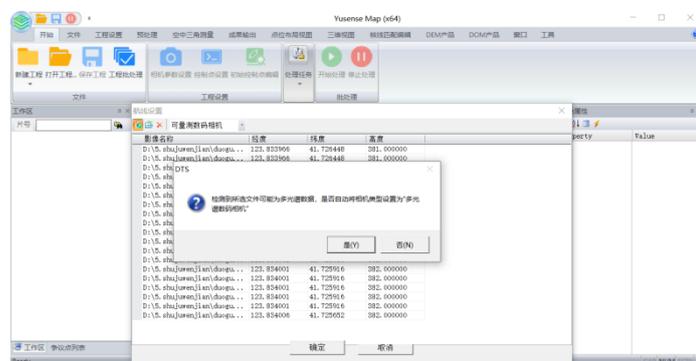


图 7 Ysense Map 数据处理



图 8 1 期多光谱正射影像



图 9 2 期多光谱正射影像

### 3.3.2 应用 Yusense Map+软件进行变色立木位置监测、面积统计

(1) 导入待处理影像，选择植被覆盖度模块。(2) 根据提取与计算要求手动选择测区范围。(3) 在影像中选择 1-10 个植被样本区域，完成样本选择后进行预览调参(4) 辅助目视判别滑动植被识别范围并设置覆盖度统计格网尺寸，同时调整阴影剔除范围，完成后修改成果显示方式，显示覆盖度计算结果。(5) 成果输出。

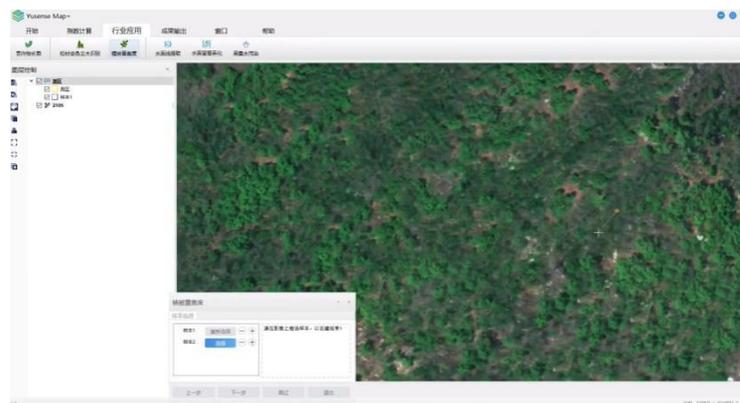


图 10 Yusense Map+数据处理



图 11 1 期影像变色立木监测图



图 12 2 期影像变色立木监测图

### 3.3.3 精度验证

将变色立木位置坐标输入到 GPS 中，采取现场探勘检验的方式进行精度验证，共验证 12 处点位，11 处分类准确，精度在 90%以上，分类效果好。



图 13 现场踏勘图

## 4 解决的生产问题

秋季是松材线虫病发生的旺季，也是疫情普查任务最重的时候。现阶段对松材线虫病的排查及监测多以人工实地探勘为主，工作量大、效率低。卫星遥感尺度大、很难发现零星、小板块的异样林地。本方案提出在人工普查的基础上，采用无人机监测变色立木预防与监测松材线虫病的发生与蔓延。无人机监测松材线虫病具有效率高、范围广、识别定位准确、组织实施灵活等优点，尤其适合对交通不便的林区开展监测，是对人工地面监测的重要补充，能够高效的在早期预测松材线虫病的发展状况，为相关部门的具体决策提供科学的依据。

## 5 创新型应用介绍

(1) 智能化、集成化程度较高的飞马 D2000 航测系统搭载 D-MSPC2000 多光谱传感器填

补了卫星遥感在高空间分辨率、局部小区域监测领域的空白。

(2) 目前国内无人机多光谱应用案例较少，本项目也是在应用无人机飞行平台在遥感领域的一次应用，具有一定突破性。

(3) 机动、灵活的无人机遥感结合人工踏勘大大提高变色立木的监测，提高松材线虫病的早期预防及监测效率。

(4) 无人机监测松线虫疫情，既可与人工普查数据作对比，核查人工普查的准确率，也可以摸清辖区松材线虫病疫情家底，为制订年度除治实施方案提供科学数据，为全省普及推广此项新技术以及无人机在森防工作中的应用提供宝贵经验。

## 6 项目特点及优势总结

(1) 应用集成化、智能化较高的飞马 D2000 航测系统可实现变高飞行，搭载 D-MSPC2000 多光谱传感器可获取几公分到几十公分不等的高空间分辨率多光谱遥感影像，在不同航高下获取数据保证了空间分辨率的一致性，可根据项目要求自由设置。

(2) 无人机飞行平台结合多光谱传感器在松材线虫病早期预防性监测中提供一种新的研究思路及解决方案，会推动行业的进一步发展。

(3) 本项目是无人机结合多光谱传感器在林地松材线虫病早期预防性监测中的具体应用，成熟的案例同样会对草地、水域等其他方向的监测带来新的研究思路。

## 7 现阶段不足之处

(1) 目前遥感监测手段只能监测出变色立木的变化，变色立木是否是受虫害影响的结果不能确定，需要具体的检测才能确定。

(2) 计算机处理高空间分辨率影像的时间较长，如果区域较大，对计算机硬件要求较高。